

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-334677
 (43)Date of publication of application : 07.12.1999

(51)Int.Cl. B62M 23/02
 B60L 15/20

(21)Application number : 10-145542
 (22)Date of filing : 27.05.1998

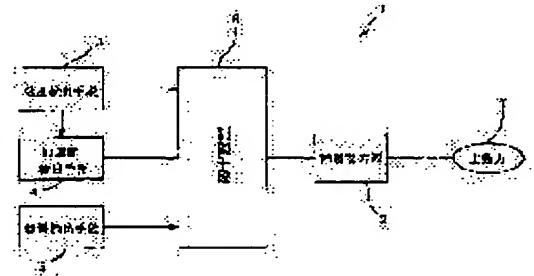
(71)Applicant : SONY CORP
 (72)Inventor : NANAE YUICHI
 HAYASHI TOSHIRO
 HAYASHI HIROYOSHI
 SATO NAOMASA
 SUNAGUCHI HIROTAKE
 TANINA MASAJI

(54) MOVING DEVICE WITH AUXILIARY POWER SOURCE AND CONTROL METHOD FOR THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently control the auxiliary power without using a mechanical torque sensor and to reduce the weight of the moving device.

SOLUTION: A moving device 1 with an auxiliary power source 2 is provided with a speed detection means 3 and an acceleration detection means 4 for detecting the speed and acceleration thereof, and an incline detection means 5 for detecting an inclination of the moving device 1 or the driving road. A control means 6 controls the auxiliary power source 2 by calculating the auxiliary power value based on the detected information by the detection means. The control means 6 calculates a necessary work rate for maintaining the current speed of the moving device 1 and a necessary work rate for accelerating the moving device 1, and then obtains the auxiliary power value by multiplying the sum of both work rates by a coefficient value which is less than 1. Further the control means 6 obtains an operating point as an intersecting point of graph lines based on the auxiliary power value-speed power value-speed characteristic drawing and the work rate-operation speed characteristic drawing of the auxiliary power source 2. Therefore the control means controls driving of the auxiliary power source 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-334677

(43) 公開日 平成11年(1999)12月7日

(51) IntCl.⁶

識別記号

F I

B 6 2 M 23/02

B 6 2 M 23/02

N

B 6 0 L 15/20

B 6 0 L 15/20

J

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-145542

(22) 出願日 平成10年(1998) 5月27日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

(72) 発明者 名苗 裕一

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 林 俊郎

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 林 広佳

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小松 祐治

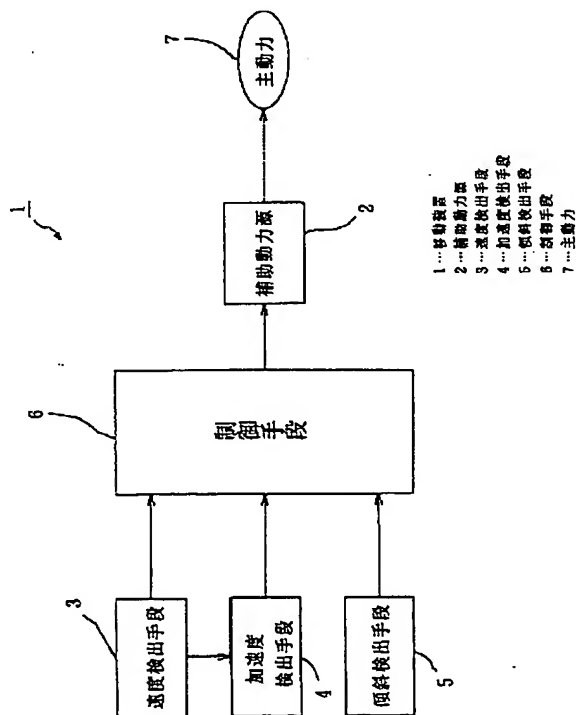
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 補助動力源を備えた移動装置及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 機械的なトルクセンサを用いることなく補助動力を効率良く制御し、かつ移動装置の軽量化を図る。

【解決手段】 補助動力源 2 を有する移動装置 1 において、その速度や加速度を検出するための速度検出手段 3、加速度検出手段 4 と、移動装置 1 又は走行路の傾斜状態を検出するための傾斜検出手段 5 を設ける。これらの検出手段による検出情報に基づいて補助動力値を算出して補助動力源 2 を制御する制御手段 6 は、移動装置 1 の現在の速度を維持するのに必要な仕事率と移動装置 1 の加速に必要な仕事率を算出した後、両仕事率の和に「1」未満の係数値を掛けることによって補助動力値を求める。そして、補助動力値-速度特性図と、補助動力源 2 の仕事率-動作速度特性図に基づいてグラフ線の交点としての動作点を制御手段 6 が求めて補助動力源 2 の駆動制御を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 移動に必要な主動力の一部を補助するための補助動力源を備えた移動装置において、

(イ) 移動装置の速度を検出するための速度検出手段と、移動装置の加速度を検出するための加速度検出手段と、移動装置又は走行路の傾斜状態を検出するための傾斜検出手段とを備えていること、

(ロ) 上記速度検出手段、加速度検出手段、傾斜検出手段による検出情報に基づいて補助動力値を算出して補助動力源を制御する制御手段を有すること、

(ハ) 上記制御手段が、上記速度検出手段及び傾斜検出手段からの検出情報に基づいて移動装置の現在の速度を維持するのに必要な仕事率を算出するとともに、上記速度検出手段及び加速度検出手段からの検出情報に基づいて移動装置の加速に必要な仕事率を算出した後、両仕事率の和に「1」未満の係数値を掛けることによって補助動力値を求めること、

(ニ) 上記 (ハ) で求めた補助動力値を縦軸にとり、横軸に速度をとって補助動力値の速度に対する変化を示したグラフ線と、縦軸に補助動力源の出力（仕事率）をと、横軸に補助動力源の動作速度をとって制御パラメータの変化に応じた補助動力源の特性を示すグラフ線群とを重ね合わせたときのグラフ線の交点として規定される動作点を制御手段が求めて当該動作点に対応する補助動力源の仕事率が得られるように制御手段から補助動力源に制御信号が送出されること、

を特徴とする補助動力源を備えた移動装置。

【請求項 2】 移動に必要な主動力の一部を補助するための補助動力源を備えた移動装置の制御方法において、

(イ) 移動装置の速度、加速度、移動装置又は走行路の傾斜状態を検出した後、

(ロ) (イ) で検出した速度及び傾斜情報に基づいて移動装置の現在の速度を維持するのに必要な仕事率を算出するとともに、速度及び加速度情報に基づいて移動装置の加速に必要な仕事率を算出した後、両仕事率の和に

「1」未満の係数値を掛けることによって補助動力値を求め、

(ハ) 上記 (ロ) で求めた補助動力値を縦軸にとり、横軸に速度をとって補助動力値の速度に対する変化を示したグラフ線と、縦軸に補助動力源の出力（仕事率）をと、横軸に補助動力源の動作速度をとって制御パラメータの変化に応じた補助動力源の特性を示すグラフ線群とを重ね合わせたときのグラフ線の交点として規定される動作点を求めて当該動作点に対応する補助動力源の仕事率が得られるように補助動力源を制御すること、

ことを特徴とする補助動力源を備えた移動装置の制御方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載した補助動力源を備えた移動装置において、

傾斜検出手段が走行路の勾配角を検出するとともに、当

該勾配角に応じた走行抵抗と摩擦抵抗との和に移動装置の速度を掛けることによって、移動装置の現在の速度を維持するのに必要な仕事率を制御手段が算出するようにしたことを特徴とする補助動力源を備えた移動装置。

【請求項 4】 請求項 2 に記載した補助動力源を備えた移動装置の制御方法において、

走行路の勾配角を検出するとともに、当該勾配角に応じた走行抵抗と摩擦抵抗との和に移動装置の速度を掛けることによって、移動装置の現在の速度を維持するのに必要な仕事率を算出するようにしたことを特徴とする補助動力源を備えた移動装置の制御方法。

【請求項 5】 請求項 1 に記載した補助動力源を備えた移動装置において、

移動装置の速度が予め決められている閾値に達するまでの間は、補助動力値が移動装置の速度の増加につれて増大し、また、移動装置の速度が当該閾値を越した場合には、補助動力値が移動装置の速度の増加につれて減少するように制御手段により補助動力源の制御が行われることを特徴とする補助動力源を備えた移動装置。

【請求項 6】 請求項 3 に記載した補助動力源を備えた移動装置において、

移動装置の速度が予め決められている閾値に達するまでの間は、補助動力値が移動装置の速度の増加につれて増大し、また、移動装置の速度が当該閾値を越した場合には、補助動力値が移動装置の速度の増加につれて減少するように制御手段により補助動力源の制御が行われることを特徴とする補助動力源を備えた移動装置。

【請求項 7】 請求項 2 に記載した補助動力源を備えた移動装置の制御方法において、

移動装置の速度が予め決められている閾値に達するまでの間は、補助動力値が移動装置の速度の増加につれて増大し、また、移動装置の速度が当該閾値を越した場合には、補助動力値が移動装置の速度の増加につれて減少するように制御を行うことを特徴とする補助動力源を備えた移動装置の制御方法。

【請求項 8】 請求項 4 に記載した補助動力源を備えた移動装置の制御方法において、

移動装置の速度が予め決められている閾値に達するまでの間は、補助動力値が移動装置の速度の増加につれて増大し、また、移動装置の速度が当該閾値を越した場合には、補助動力値が移動装置の速度の増加につれて減少するように制御を行うことを特徴とする補助動力源を備えた移動装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、補助動力源を備えた移動装置において補助動力値の算出及び制御に係る技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 主動力を補助するための補助動力源を有

する移動装置としては、例えば、モータを補助動力源として備えたアシスト自転車（あるいは電気自転車）が知られている。つまり、この場合の主動力とは運転者の脚力（踏力）であり、これを検出して、その大小に応じた補助動力をモータで発生させ、運転者の脚力の不足分を補うことで人力の負担を軽減するように構成されている。

【0003】例えば、運転者の踏力を直接検出し、その力と同等量の補助トルクを発生させる方法が知られており、踏力の検出手段としては、クランク軸、チェーンホイールあるいは主軸に付設した機械的なトルクセンサが用いられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記した装置にあってはトルクセンサのサイズ、重量等に関して以下に示す問題がある。

【0005】（１）機械的要素を含むトルクセンサは一般に大型であるため、装置への組み込みが容易でなく、またその構造が複雑である。

【0006】（２）トルクセンサの重量が高いため、これによって運転者の踏力やモータ動力の一部を消費してしまい、走行効率の低下を招く原因となる。

【0007】そこで、本発明は、機械的なトルクセンサを用いることなく補助動力を効率良く制御し、かつ移動装置の軽量化を図ることを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は上記した課題を解決するために、移動装置の速度を検出するための速度検出手段と、移動装置の加速度を検出するための加速度検出手段と、移動装置又は走行路の傾斜状態を検出するための傾斜検出手段、これらの検出手段による検出情報に基づいて補助動力値を算出して補助動力源を制御する制御手段を有する。そして、該制御手段は、上記速度検出手段及び傾斜検出手段からの検出情報に基づいて移動装置の現在の速度を維持するのに必要な仕事率を算出するとともに、上記速度検出手段及び加速度検出手段からの検出情報に基づいて移動装置の加速に必要な仕事率を算出した後、両仕事率の和に「１」未満の係数値を掛けることによって補助動力値を求める。この補助動力値を縦軸にとり、横軸に速度をとって補助動力値の速度に対する変化を示したグラフ線と、縦軸に補助動力源の出力（仕事率）をとって、横軸に補助動力源の動作速度をとって制御パラメータの変化に応じた補助動力源の特性を示すグラフ線群とを重ね合わせたときのグラフ線の交点として規定される動作点を制御手段が求めて当該動作点に対応する補助動力源の仕事率が得られるように制御手段から補助動力源に制御信号を送出する。

【0009】従って、本発明によれば、機械的なトルクセンサの代わりに、移動装置の速度、加速度、傾斜情報の検出手段を設け、検出情報から主動力の補助に必要な

動力値（補助動力量）を算出し、該動力値を速度の関数としてグラフ図上に表現したグラフ線と、補助動力源の出力をその動作速度の関数としてグラフ図上に表現したグラフ線群との交点を求めることによって動作点（補助動力源の動作状態を規定する制御点）を算出することができる。

【0010】

【発明の実施の形態】図１は本発明に係る基本構成の説明図であり、移動装置１は移動に必要な主動力の一部を補助するための補助動力源２を有する。例えば、（電動）アシスト自転車の場合には、主動力である脚力に対してモータが補助動力源であり、また、補助用モータ付きの車椅子や台車等の場合には、主動力である腕力に対してモータが補助動力源である。

【0011】移動装置１は、その速度を検出するための速度検出手段３と、移動装置１の加速度を検出するための加速度検出手段４と、移動装置１又は走行路の傾斜状態を検出するための傾斜検出手段５とを備えている。これらの検出手段には軽量化に適したセンサを用いることができ、検出情報は後段の制御手段６に送出される。

尚、速度検出手段３、加速度検出手段４については両者を独立した手段として設ける方法もあるが、図に１点鎖線で示すように、速度検出手段３から加速度検出手段４に送出される速度情報の時間微分を計算することによって加速度を算出し、これを制御手段６に送出する方法を採用する方が構成の簡単化やコスト低減等の点で有利である。また、傾斜検出については移動装置１の姿勢の傾きを検出することで走行路の傾斜を検出する方法と、走行路自体の傾斜を直接検出する方法とがある。

【0012】制御手段６は、速度検出手段３、加速度検出手段４、傾斜検出手段５による検出情報に基づいて補助動力値（以下、これを「 PL 」と記す。）を算出して補助動力源２を制御し、これによって主動力７を補助する。即ち、速度検出手段３及び傾斜検出手段５からの検出情報に基づいて移動装置１が現在の速度を維持するのに必要な仕事率（以下、これを「 P_v 」と記す。）を算出するとともに、速度検出手段３及び加速度検出手段４からの検出情報に基づいて移動装置１の加速に必要な仕事率（以下、これを「 P_a 」と記す。）を算出した後、両仕事率の和「 $P_v + P_a$ 」に「１」未満の係数値（以下、これを「 β 」（ $0 < \beta < 1$ ）と記す。）を掛けることによって補助動力値を求める（ $PL = \beta \cdot (P_v + P_a)$ ）。

【0013】例えば、図２に示すように、質量「 M 」の移動装置１が勾配角「 θ 」の斜面 S を走行している場合を想定したモデルで説明すると、移動装置１には重力「 $M \cdot g$ 」（ g は重力加速度）の分力「 $M \cdot g \cdot \sin \theta$ 」と、分力「 $M \cdot g \cdot \cos \theta$ 」に等しく反対向きの抗力「 n 」に摩擦係数「 μ 」を乗じた摩擦力が作用する。つまり、同図に矢印 A で示すように、移動装置１が

登り坂を上がっていく際に、現速度を維持するのに必要な均衡力の大きさ (F) は、「 $M \cdot g \cdot (\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta)$ 」であり、移動装置1の速度を「 v 」とす*

$$P_v(v) = F \cdot v = M \cdot g \cdot (\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta) \cdot v$$

【0015】このように制御手段6は、傾斜検出手段5によって検出される走行路の勾配角に応じた走行抵抗と摩擦抵抗との和に移動装置1の速度を掛けることによって、移動装置が現在の速度を維持するのに必要な仕事率を算出する。

【0016】また、加速度を「 α 」とすると、その加速に必要な仕事率 P_a は、下式のようになる。

$$\begin{aligned} P_L &= \beta \cdot (P_v + P_a) \\ &= \beta \cdot M \cdot [g \cdot (\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta) + \alpha] \cdot v \end{aligned}$$

【0020】尚、上式において、例えば、アシスト自転車では $\beta = 0.5$ である。

【0021】また、[数1]乃至[数3]式によれば、補助動力値 P_L は速度 v に比例する量であり、速度 v の増大に従って増加していくが、このような制御に限らず、速度 v がある値を越えた時点から補助動力値 P_L を次第に減少させていく制御も可能である。つまり、この場合には、移動装置1の速度が予め決められている閾値に達するまでの間は、補助動力値が移動装置の速度の増加につれて増大し、また、移動装置の速度が当該閾値を越えた場合には、補助動力値が移動装置の速度の増加につれて減少するように制御手段6によって補助動力源2の駆動制御が行われるので、移動速度が最終的には頭打★

$$P_L(v) \begin{cases} = \beta \cdot (P_v + P_a) & (0 \leq v < v_a \text{ の場合}) \\ = PK \cdot \frac{v_b - v}{v_b - v_a} & (v_a \leq v \leq v_b \text{ の場合}) \\ = 0 & (v > v_b \text{ の場合}) \end{cases}$$

$$\text{但し、} PK = \beta \cdot [P_v(v_a) + P_a(v_a)]$$

【0025】尚、上式中の「 PK 」は P_L のピーク値（つまり、 $v = v_a$ での値）を示す。

【0026】補助動力源2の制御についてはその特性を考慮して行う必要があり、例えば、補助動力源2としてDCモータを取り上げると、その出力（パワー）を「 P_m 」とし、回転速度を「 N 」（正確には角速度）、トルクを「 T 」とすると、「 $P_m = N \cdot T$ 」となり、例えば、モータの $T-N$ 特性が1次関数式「 $T = T_s \cdot [E/E_0 - N/N_0]$ 」（但し、 T_s ：始動トルク、 E ：モータ駆動電圧、 E_0 ：基準電圧（静特性の測定電圧）、 N_0 ：無負荷時の回転数）で表されるとすると、下式のようになる。

【0027】

【数5】

*と、この場合の仕事率 P_v は下式のようになる。

【0014】

【数1】

※【0017】

【数2】

$$P_a(v) = M \cdot \alpha \cdot v$$

【0018】従って、補助動力値 P_L は下式のように求められる。

【0019】

【数3】

★ちとなるように制限される（つまり、必要以上の動力補助は行われぬ。）。

【0022】図3(A)は横軸に速度 v をとり、縦軸に補助動力値 P_L をとって制御の一例を示したものであり、実線で示すグラフ線 G_0 が勾配角 $\theta = 0$ （平地）での制御線を示し、1点鎖線で示すグラフ線 G_1 が勾配角 $\theta = \theta_1 (> 0)$ での制御線をそれぞれ示している。

【0023】これらの制御線はいずれも三角形形状をしており、 P_L がそのピーク値を示すときの速度の大きさを「 v_a 」とし、 $v > v_a$ において $P_L = 0$ となる速度の大きさを「 v_b 」とすると、下式のように表される。

【0024】

【数4】

$$P_m = N \cdot T$$

$$= \frac{T_s}{N_0} \cdot (N_0 \cdot \frac{E}{E_0} - N) \cdot N$$

【0028】上記 P_m は N の2次式であり、図3(B)に示すように、横軸に N をとり、縦軸に P_m をとって示すグラフ曲線 H_i ($i = 1, 2, 3$)のように上に凸の放物線状となる。即ち、制御パラメータである E 値が大きい程、 P_m のピーク値が大きくなり、かつ N 軸との交点（つまり、 $N = N_0 \cdot E/E_0$ ）における N 値が大きくなっていく。尚、図にはグラフ曲線 H_i についての E 値が「 E_i 」 ($i = 1, 2, 3$)とされ、「 $E_1 < E_2 < E_3$ 」の関係とされている。尚、 E 値が連続量であることから明らかなようにこれに対応するグラフ曲線は無数に存在し、モータの特性はこれらの曲線群によって表わされる。

【0029】図3(A)と図3(B)について、それらの横軸を比べると、移動速度 v と回転速度 N はともに速さを示す量であり、両者の間には比例関係があるので、適当な換算比(車輪の円周や減速比等。)によって両者を同じ単位に合せることができる。そして、縦軸の PL と P_m とはともに仕事率の次元を有しているので、図3(A)、図3(B)の縦横軸を同一の単位にとることで両グラフを重ね合せることができ、これによって制御の動作点を求めることができる。

【0030】即ち、補助動力値 PL を縦軸にとり、横軸に速度をとって補助動力値 PL の速度 v に対する変化を示したグラフ線($PL-v$ 特性)と、縦軸に補助動力源2の出力(仕事率) P_m をとり、横軸に補助動力源2の動作速度 N をとって制御パラメータ E に応じた補助動力源2の特性を示すグラフ線群(P_m-N 特性)とを重ね合わせたときのグラフ線の交点として規定される動作点を制御手段6が求め、当該動作点に対応する補助動力源2の仕事率が得られるように制御パラメータ E を決定して制御手段6から補助動力源2に制御信号が送出される。尚、この場合において、補助動力源の動作速度と移動装置の速度との間に正の相関性(つまり、補助動力源の動作速度の増加方向と移動装置の速度の増加方向とが一致していること)が認められることは勿論である。

【0031】図3(C)は、図3(A)のグラフ線 G_0 、 G_1 と、図3(B)のグラフ線 H_i ($i=1, 2, 3$)を横軸及び縦軸について同じ単位に揃えた上で重ね合わせたものであり、点 P_i ($i=1\sim 4$)がグラフ線 G_1 とグラフ線 H_i ($i=1, 2, 3$)との交点として決まる動作点の一例を示しており、また、点 Q_i ($i=1\sim 3$)がグラフ線 G_0 とグラフ線 H_i ($i=1, 2, 3$)との交点として決まる動作点の一例を示している。

【0032】例えば、動作点 P_3 における速度は $v=v_a$ であり、勾配角 θ_1 の登り坂で補助動力値 $PL(v_a)$ を得るにはモータ駆動電圧を $E=E_3$ にすれば良いことが分かる。

【0033】尚、このような動作点の算出方法において、上記【数4】や【数5】式に示すような比較的簡単な数式表現が可能な場合には、交点の決定問題を容易に解くことができるが、補助動力源2の特性が複雑な曲線である場合には、制御パラメータを変化させたときのそれぞれの特性値をデータテーブルとして予め用意しておき、テーブル参照や補間処理を用いて交点を決定する方法を用いれば良い。

【0034】以上に説明した制御方法を簡単にまとめると下記の手順(1)乃至(3)のようになる。

【0035】(1) 移動装置1の走行状態や走行姿勢又は走行路の傾斜状態の検出

(2) 補助動力値の算出

(3) 動作点の算出及びこれに従う補助動力源2の駆動制御。

【0036】つまり、(1)では、移動装置1の速度 v 、加速度 a 、移動装置又は走行路の傾斜状態 θ を検出する。

【0037】そして、(2)では、速度 v 、傾斜情報 θ に基づいて移動装置1の現在の速度を維持するのに必要な仕事率 P_v を算出するとともに、速度 v 、加速度 a に基づいて移動装置の加速に必要な仕事率 P_a を算出した後、両仕事率の和に「1」未満の係数値 β を掛けることによって補助動力値 PL を求める。

【0038】例えば、走行路の勾配角を検出するとともに、当該勾配角に応じた走行抵抗と摩擦抵抗との和に移動装置1の速度を掛ける(【数1】式参照。)ことによって、移動装置の現在速度の維持に必要な仕事率 P_v を算出する。

【0039】また、補助動力値 PL について、移動装置1の速度 v が予め決められている閾値に達するまでの間は、補助動力値が移動装置の速度の増加につれて増大し、また、移動装置の速度 v が当該閾値を越した場合には、補助動力値が移動装置1の速度の増加につれて減少するように制御を行う(【数4】式参照。)

【0040】その後、(3)では、 PL (補助動力値) $-v$ (速度)特性を示すグラフ線と、 P_m (補助動力源の出力) $-N$ (補助動力源の動作速度)特性について制御パラメータ(E)を変化させたときのグラフ線群とを同じ単位系でもって重ね合わせ、グラフ線の交点として規定される動作点を求める。そして、当該動作点に対応する補助動力源2の仕事率が得られるように補助動力源の駆動制御を行う。

【0041】尚、上記の説明では制御パラメータ(E)をモータの駆動電圧としたが、これに限らず、モータのトルク T (あるいは力)を制御する方法を用いても良い。この場合には、モータ電流「 i 」がトルク T に比例するという関係式及び走行抵抗等に対する均衡力「 $F=M \cdot g \cdot (\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta)$ 」が基本式であり、モータ制御回路において電流フィードバックループを形成する。これによって、例えば、図4に示すように、横軸に速度 v をとり、縦軸にトルク T をとったときのグラフ線 I_0 や I_1 のように、「 $0 \leq v < v_a$ 」の範囲で T が一定であり、「 $v_a \leq v \leq v_b$ 」の範囲で T が直線的に減少して $v=v_b$ で $T=0$ になり、「 $v > v_b$ 」では $T=0$ となるようにモータ制御が行われる。尚、グラフ線 I_0 が勾配角 $\theta=0$ の場合の制御、グラフ線 I_1 が勾配角 $\theta=\theta_1(>0)$ の場合の制御をそれぞれ示している。

【0042】

【実施例】図5乃至図10は、本発明をアシスト自転車に適用した実施の一例を示すものである。

【0043】尚、(電動)アシスト自転車に関する日本の法規制によると、車速が時速 15 km/h に達するまでの間は、運転者の踏力に対して1対1の動力をもって

アシスト制御を行い、車速が時速15 km/hを越えてからは次第に速度を減じていき、時速24 km/h以上では補助動力をゼロにする必要がある（つまり、図3や【数4】式において $v_a = 15$ (km/h)、 $v_b = 24$ (km/h)とされる。）。

【0044】図5に示すアシスト自転車8において、その後輪9'の車軸に対してモータ10（上記補助動力源2に相当する。）が直結されており、該モータ10は制御ユニット11によって制御される。尚、制御ユニット11はフレーム12に取り付けられたプレート13に固定されており、また、モータ10の電源である電池（リチウムイオン電池等）14、14、・・・が同様にプレート13に固定されている。

【0045】アシスト自転車8には、動力制御の基礎情報を得るために路面の勾配検出用センサ15、クランク回転検出用センサ16、前輪ブレーキや後輪ブレーキの操作検出用センサ17、17'（図5にはその一方17'だけを示す。）が設けられている。

【0046】勾配検出用センサ15（上記傾斜検出手段5に相当する。）は、車体の傾斜状態から路面の勾配を検出するために設けられており、例えば、振り子に取り付けたマグネットと、該マグネットに対向して配置されるホール素子によって振り子の傾動角を検出する構成等が挙げられる。

【0047】また、クランク回転検出用センサ16は、ペダル18、18の踏み込みによって回転されるクランク19、19の回転情報（回転角や回転速度等。）を得るために設けられており、クランク19の近くに付設されてクランク又はその回転に同期して回転される部材の回転を非接触式センサ（例えば、光学式、磁気式のロータリーエンコーダ等。）で検出することにより、運転者に対して脚力の負担をかけないようにしている。

【0048】ブレーキの操作検出用センサ17、17'は、運転者によるブレーキレバーの操作の有無を検出するために設けられており、センサ17は前輪9にブレーキをかけたか否かの検出に用いられ、センサ17'が後輪9'にブレーキをかけたか否かの検出に用いられる。

【0049】走行速度の検出手段としては、モータ10の回転状態（回転速度を含む。）を検出するための回転検出部10aがモータ10内に設けられている。

【0050】図6は回路構成の一例を示すブロック図であり、上記した勾配検出用センサ15、クランク回転検出用センサ16、ブレーキの操作検出用センサ17、17'によって得られる検出信号が、CPU（中央処理装置）を内蔵するコンピュータ20に送出される。

【0051】コンピュータ20は、勾配検出用センサ15やモータ10の回転検出部10aによる検出信号に基づいて補助動力量（所謂アシスト量）を算定し、モータ10の制御特性に応じた制御信号を生成して、これをPWM（パルス幅変調）信号生成ロジック回路21を介し

てモータドライブ回路22に送出する。

【0052】尚、上記コンピュータ20や、PWM信号生成ロジック回路21、モータドライブ回路22等は制御ユニット11内に收容されている。

【0053】モータ10内に設けられた回転検出部10aには、ロータ位置検出用センサ23及び回転速度検出用センサ24が含まれ、これらセンサによる検出信号は、モータ10の回転状態検出に係る情報としてコンピュータ20に送出される。つまり、回転速度検出用センサ24が上記速度検出手段3に相当し、当該センサ24による検出情報の時間微分によって加速度を求める加速度検出手段4は、コンピュータ20内のソフトウェア処理によって実現される。尚、センサ23、24については、これらを別個に設けることもできるし、また、ロータ位置検出用センサ23の検出信号だけを得てその時間微分（例えば、センサ23による2つの位置情報間の通過時間を計測する等。）により速度検出信号を得ることもできる。

【0054】次に、コンピュータ20内の計算処理に必要な、補助動力量の計算式について説明する。

【0055】アシスト自転車8についての総仕事率を「P」（単位：W）とすると、これは、現時点での速度維持に必要な仕事率「Pv」と、加速に必要な仕事率「Pa」との和に等しい（ $P = P_v + P_a$ ）。

【0056】Pvについては、質量「M」（ $= M_f + M_h$ 、但し、「Mf」は車体の質量、「Mh」は運転者の質量）、ころがり摩擦係数「μ」、モータ駆動系の効率「η」、速度「v」を用いて、下式のように計算される。

【0057】

【数6】

$$P_v = \frac{M \cdot g \cdot (\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta) \cdot v}{\eta}$$

【0058】尚、効率「η」については、ダイレクト・ドライブでは1である。

【0059】次に、Paに関しては、初速度を「v0」、加速に要する時間を「t」とするとき、下式のようになる。

【0060】

【数7】

$$P_a = \frac{M \cdot (v^2 - (v_0)^2)}{2 \cdot t}$$

【0061】尚、上式は運動エネルギーと仕事率、所要時間との関係から導出したものである。

【0062】モータ10の特性については、【数5】式において説明したように、T（トルク）-N（回転数）特性が直線的、つまり、Nの増加につれてTが1次関数的に減少するものとするとき、下式のように表される。

【0063】

【数8】

$$N = -\frac{N_0}{T_s} \cdot T + N_0 \cdot \frac{E}{E_0}$$

$$T = \left[-N + N_0 \cdot \frac{E}{E_0} \right] \cdot \frac{T_s}{N_0}$$

$$E = \left[N + \frac{N_0}{T_s} \cdot T \right] \cdot \frac{E_0}{N_0}$$

【0064】尚、「 N_0 」、「 T_s 」等については既述した通りであり、上式の第2、3式は、第1式を T や E 10 についてそれぞれ式変形したものに他ならない。

【0065】車輪の半径を「 r 」、モータ10によって補助される仕事率を「 P_m 」とすると、これは下式の *

$$P_m(v) \begin{cases} = \frac{1}{2} \cdot P & (0 \leq v < v_a \text{ の場合}) \\ = \frac{1}{2} \cdot P(v_a) \cdot \frac{v_b - v}{v_b - v_a} & (v_a \leq v \leq v_b \text{ の場合}) \\ = 0 & (v > v_b \text{ の場合}) \end{cases}$$

$$v_a = 15 \text{ (km/h)}$$

$$v_b = 24 \text{ (km/h)}$$

$$\beta = 1/2$$

【0070】尚、上式中の「 $(1/2) \cdot P(v_a)$ 」は $v = v_a$ での P_m のピーク値である。

【0071】上式の第1式及び【数6】乃至【数9】式

$$E = \frac{\frac{1}{2} \cdot 100 \cdot P_v \cdot r \cdot E_0}{g \cdot T_s \cdot v} + N \cdot \frac{E_0}{N_0} + \frac{\frac{1}{2} \cdot 100 \cdot P_a \cdot r \cdot E_0}{g \cdot T_s \cdot v}$$

$$= A + B + C$$

【0073】つまり、「 E 」は、勾配角 θ を含む角度項「 A 」と、速度 v に比例する速度項「 B 」と、加速度項「 C 」とからなる。

【0074】上記【数11】式における角度項「 A 」は下式【数12】の第1式に示すようになり、上記した3つの速度範囲における角度項 A を各別に示すと下式のようになる。

【0075】

【数12】

* ようになる。

【0066】

【数9】

$$P_m = \frac{\frac{1}{100} \cdot T}{r} \cdot v$$

【0067】尚、上式中の右辺の係数「 $g/100$ 」は、トルクの単位、「 $Kgf \cdot cm$ 」と「 $N \cdot m$ (ニュートン・メートル)」との間の換算率である。

【0068】従って、補助動力について上記した法規制を考慮し、下式のように速度範囲を3つに分けて補助動力値 PL を下式のように規定する。

【0069】

【数10】

から「 E 」を求めると、下式のようにになる。

【0072】

【数11】

$$A = \frac{100}{2} \cdot \frac{M \cdot r \cdot E0}{T_s} \cdot A_n(\theta)$$

$$\text{但し、} A_n(\theta) = (\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta) / \eta$$

i) $0 \leq v < 15$ (km/h) の場合

$$A = \frac{100}{2} \cdot A_n(\theta) \cdot (M_f + M_h) \cdot \frac{r \cdot E0}{T_s}$$

ii) $15 \text{ (km/h)} \leq v < 24 \text{ (km/h)}$ の場合

$$A' = A \cdot \frac{24 - v}{24 - 15}$$

iii) $v \geq 24$ (km/h) の場合

$$A'' = 0$$

【0076】尚、「A'」は速度範囲「 $15 \leq v < 24$ 」(単位: km/h)における角度項を示し、「A''」は速度範囲「 $v \geq 24$ 」(単位: km/h)における角度項を示している。【数12】式から分かるように、 θ を一定とした場合に角度項は、15 km/h未満の範囲で一定とされ、15 km/h以上24 km/h未満の範囲で速度の上昇につれて低下して速度が24 km/h以上ではゼロとなる。

【0077】また、上記速度項Bは下式に示すように速度vに比例する。

【0078】

【数13】

$$B = N \cdot \frac{E0}{N0} \\ = \frac{60}{2 \cdot \pi \cdot r} \cdot v \cdot \frac{E0}{N0}$$

【0079】上記【数11】式における加速度項Cは下式【数14】の第1式に示すようになり、上記3つの速度範囲における加速度項を各別に示すと下式のようになる。

【0080】

【数14】

(8)

特開平11-334677

$$C = \frac{100}{4} \cdot \frac{v^2 - (v0)^2}{v \cdot t} \cdot \frac{M \cdot r \cdot E0}{g \cdot T_s}$$

i) $0 \leq v < 15$ (km/h) の場合

$$C \cong \frac{100}{4} \cdot \frac{2 \cdot \Delta v}{t} \cdot \frac{M \cdot r \cdot E0}{g \cdot T_s}$$

ii) $15 \text{ (km/h)} \leq v < 24 \text{ (km/h)}$ の場合

$$C' = C \cdot \frac{24 - v}{24 - 15}$$

iii) $v \geq 24$ (km/h) の場合

$$C'' = 0$$

【0081】尚、上式の第2式では、第1式で「 $\Delta v = v - v0$ 」とにおいて、その高次項、つまり、2次の項「 $[(\Delta v)^2] / v$ 」を無視する近似を用いた。また、「C'」は速度範囲「 $15 \leq v < 24$ 」(単位: km/h)における加速度項を示し、「C''」は速度範囲「 $v \geq 24$ 」(単位: km/h)における加速度項を示している。

【0082】図7乃至図10は上記計算式に具体的な数値を当てはめてグラフとして視覚化したものである。

【0083】図7は横軸に速度v (単位: km/h) をとり、縦軸に上記仕事率PL (単位: W) をとって、上記【数10】をグラフ化したものであり、同図に実線で示すグラフ線が $\theta = 0$ (°) の場合を示し、また、1点鎖線で示すグラフ線が $\theta = 3.5$ (°) の場合を示している。

【0084】尚、アシスト自転車8の加速を、5秒間で0 km/hから10.8 km/hに至る等加速度運動とみなす(実験により実用上十分な加速であることを確認済)と、その動力は上記【数6】や【数7】式等から3.5度の勾配がついた坂道を登のと同値であることが分かる。

【0085】図8はモータ10の出力特性を例示したグラフ図であり、横軸に回転数N (単位: $\times 10 \text{ rpm}$) をとり、縦軸に上記仕事率Pm (単位: W) をとったものである。

【0086】図中に破線で示すグラフ線は、モータ駆動電圧Eが最大値(百分率表示で100%)の場合を示し、また、2点鎖線で示すグラフ線は、モータ駆動電圧Eが百分率表示で80%の場合を示している。

【0087】図9は、図7と図8の横軸について速度の単位(km/h)を合わせる(車輪半径を「r」(m)として、「 $v = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot N$ 」(m/s)の関係及び時速(km/h)への換算を行う。)ことによって、P



15

L及びPmのグラフ線を併せて示したものであり、上述したようにこれらのグラフ線の交点から動作点が決定される。

【0088】図10は横軸に電圧E（単位：V）をとり、縦軸に上記仕事率Pm（単位：W）をとって、上記【数9】式（Tに【数8】の第2式を代入したもの。）をグラフ化したものであり、回転数N（単位：rpm）をパラメータとして変化させたときのグラフ線を示している。

【0089】尚、図中に破線で示すグラフ線がN=150（rpm）の場合を示し、実線で示すグラフ線がN=100（rpm）の場合を示し、1点鎖線で示すグラフ線がN=80（rpm）の場合を示しており、これらは電圧Eについて線形であるため制御が容易である。

【0090】

【発明の効果】以上に記載したところから明らかなように、請求項1や請求項2に係る発明によれば、機械的なトルクセンサの代わりに、移動装置の速度、加速度、傾斜情報の検出手段を設けることで、該検出手段の装置への組み込みが容易になる。また、これらの検出手段の重量によって運転者の踏力や補助動力源の動力の一部が不必要に消費されることがなく、走行効率の向上及び装置の軽量化を図ることができる。

【0091】請求項3や請求項4に係る発明によれば、走行路の勾配角を検出して、これに応じた走行抵抗と摩擦抵抗との和に移動装置の速度を掛けることで、移動装置が現在の速度を維持するのに必要な仕事率を容易に算出することができる。

【0092】請求項5乃至8に係る発明によれば、移動

(9)



16

特開平11-334677

装置の速度がある閾値を越した場合に、補助動力値が移動装置の速度の増加につれて減少するように制御を行うことによって、移動装置の速度が必要以上に速くならないように制限することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る基本構成の説明図である。

【図2】質量Mの移動装置が勾配角θの斜面を登っていく状況をモデル化して示す説明図である。

【図3】制御方法について説明するための概略的なグラフ図である。

【図4】トルクの制御例を示す概略的なグラフ図である。

【図5】図6乃至図10とともに、本発明をアシスト自転車に適用した実施の一例を示すものであり、本図はアシスト自転車を概略的に示す側面図である。

【図6】回路構成の一例を示すブロック図である。

【図7】図8乃至図10とともに制御例を示すグラフ図であり、本図は動力補助量（PL）－速度（v）特性を示す図である。

【図8】モータの仕事率（Pm）－回転数（N）特性を示す図である。

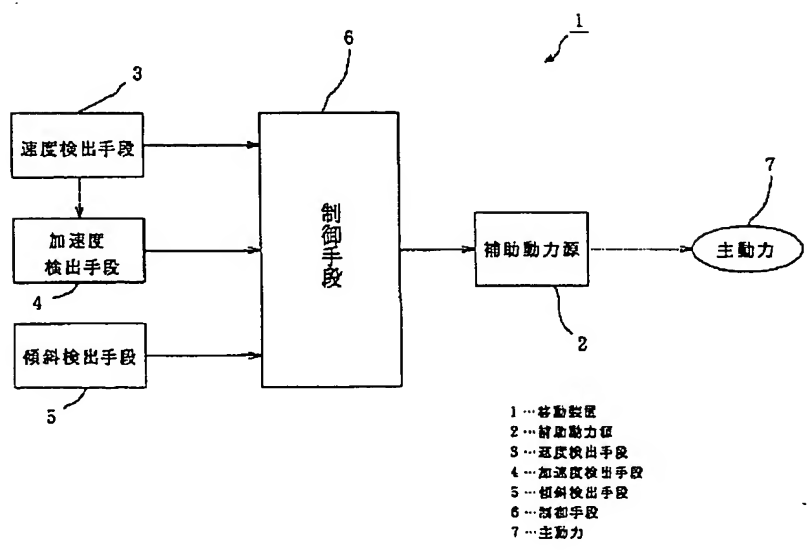
【図9】図7及び図8の縦横軸を同単位にして両グラフを併せて示す図である。

【図10】モータの仕事率（Pm）－駆動電圧（E）特性を示す図である。

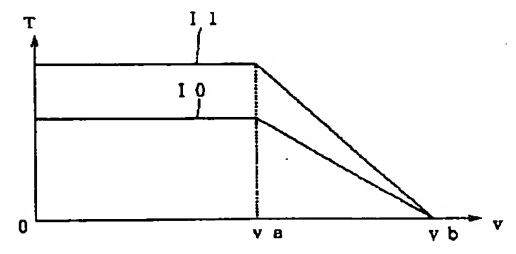
【符号の説明】

1…移動装置、2…補助動力源、3…速度検出手段、4…加速度検出手段、5…傾斜検出手段、6…制御手段、7…主動力

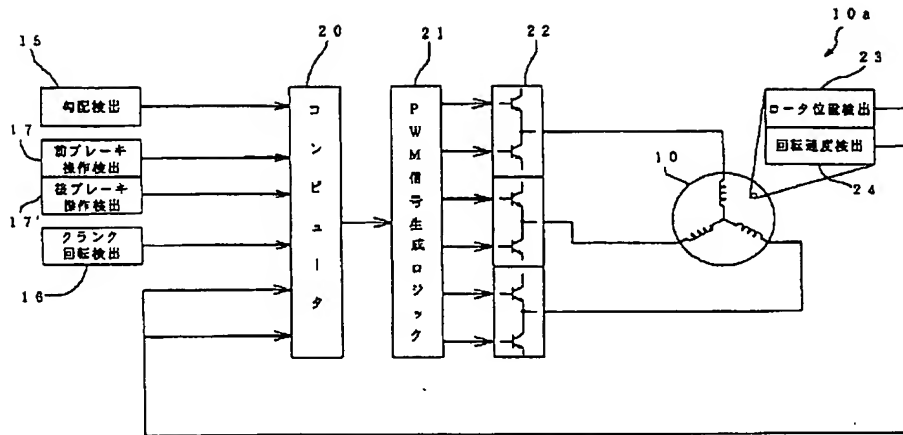
【図1】



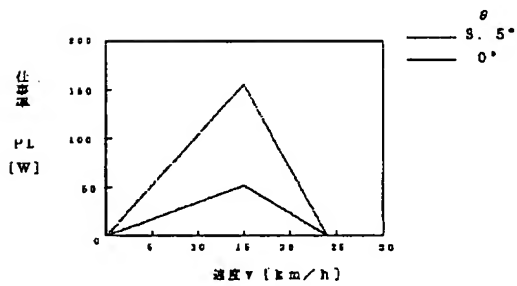
【図4】



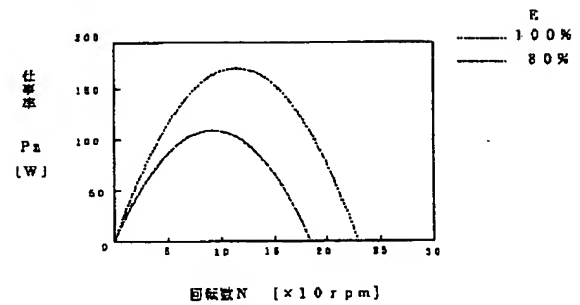
【図 6】



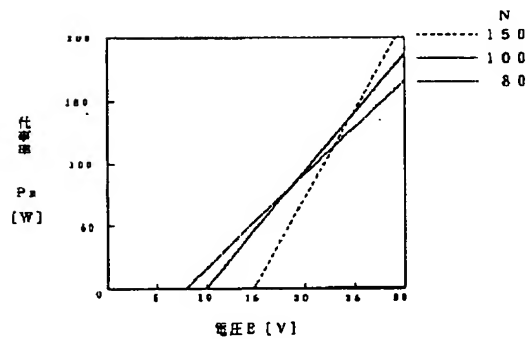
【図 7】



【図 8】



【図 10】



フロントページの続き

(72) 発明者 佐藤 直正
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 砂口 洋毅
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 谷名 正次
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
ー株式会社内

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-334677

(43)Date of publication of application : 07.12.1999

(51)Int.Cl.

B62M 23/02

B60L 15/20

(21)Application number : 10-145542

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 27.05.1998

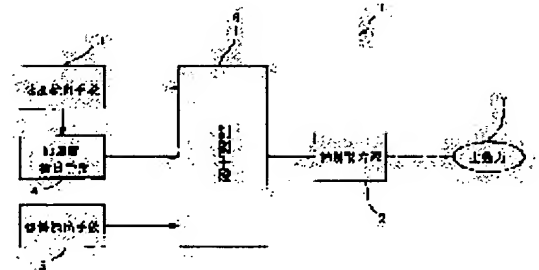
(72)Inventor : NANAE YUICHI
HAYASHI TOSHIRO
HAYASHI HIROYOSHI
SATO NAOMASA
SUNAGUCHI HIROTAKE
TANINA MASAJI

(54) MOVING DEVICE WITH AUXILIARY POWER SOURCE AND CONTROL METHOD FOR THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently control the auxiliary power without using a mechanical torque sensor and to reduce the weight of the moving device.

SOLUTION: A moving device 1 with an auxiliary power source 2 is provided with a speed detection means 3 and an acceleration detection means 4 for detecting the speed and acceleration thereof, and a incline detection means 5 for detecting a inclination of the moving device 1 or the driving road. A control means 6 controls the auxiliary power source 2 by calculating the auxiliary power value based on the detected information by the detection means. The control means 6 calculates a necessary work rate for maintaining the current speed of the moving device 1 and a necessary work rate for accelerating the moving device 1, and then obtains the auxiliary power value by multiplying the sum of both work rates by a coefficient value which is less than 1. Further the control means 6 obtains an operating point as an intersecting point of graph lines based on the auxiliary power value-speed power value-speed characteristic drawing and the work rate-operation speed characteristic drawing of the auxiliary power source 2. Therefore the control means controls driving of the auxiliary power source 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In migration equipment equipped with the auxiliary power unit for assisting a part of main driving force required for migration The speed detection means for detecting the rate of (b) migration equipment, and the acceleration detection means for detecting the acceleration of migration equipment, It has the dip detection means for detecting the dip condition of migration equipment or a transit way, It has the control means which computes an auxiliary power value based on the detection information by the (b) above-mentioned speed detection means, the acceleration detection means, and the dip detection means, and controls an auxiliary power unit, (Ha) While computing the power which needs the above-mentioned control means to maintain the current rate of migration equipment based on the detection information from the above-mentioned speed detection means and a dip detection means After computing power required for acceleration of migration equipment based on the detection information from the above-mentioned speed detection means and an acceleration detection means, an auxiliary power value is calculated by applying the multiplier value of under "1" to the sum of both power, (**) -- with the graph line which took the rate for the auxiliary power value calculated above (Ha) along the axis of abscissa for the axis of ordinate, and showed the change to the rate of an auxiliary power value The output (power) of an auxiliary power unit is taken along an axis of ordinate. When the graph track group by which takes the working speed of an auxiliary power unit along an axis of abscissa, and the property of an auxiliary power unit according to change of a control parameter is shown on it is piled up Migration equipment with which the control means was equipped with the auxiliary power unit characterized by sending out a control signal to an auxiliary power unit from a control means so that the power of the auxiliary power unit corresponding to the operating point concerned may be obtained in quest of the operating point specified as an intersection of a ** graph line.

[Claim 2] In the control approach of migration equipment equipped with the auxiliary power unit for assisting a part of main driving force required for migration After detecting the dip condition of the rate of (b) migration equipment, acceleration, migration equipment, or a transit way, while computing power required to maintain the current rate of migration equipment based on the rate and dip information which were detected by (b) (b) After computing power required for acceleration of migration equipment based on a rate and acceleration information, The graph line which took the rate for the auxiliary power value which calculated the auxiliary power value and was calculated by the above-mentioned (Ha) (b) by applying the multiplier value of under "1" to the sum of both power along the axis of abscissa for the axis of ordinate, and showed the change to the rate of an auxiliary power value, The output (power) of an auxiliary power unit is taken along an axis of ordinate. Control an auxiliary power unit so that the power of the auxiliary power unit corresponding to the operating point concerned is obtained in quest of the operating point specified as an intersection of the graph line when piling up the graph track group by which takes the working speed of an auxiliary power unit along an axis of abscissa, and the property of an auxiliary power unit according to change of a control parameter is shown on it. The control approach of migration equipment equipped with the auxiliary power unit characterized by things.

[Claim 3] The migration equipment equipped with the auxiliary power unit characterized by what the control means computed power required to maintain the current rate of migration equipment by applying the rate of migration equipment to the sum of the running resistance and the frictional resistance according to the inclination angle concerned for in migration equipment equipped with the auxiliary power unit indicated to claim 1 while a dip detection means detected the inclination angle of a transit way.

[Claim 4] The control approach of the migration equipment equipped with the auxiliary power unit characterized by to compute power required to maintain the current rate of migration equipment by applying the rate of migration equipment to the sum of the running resistance and the frictional resistance according to the inclination angle concerned in the control approach of migration equipment equipped with the auxiliary power unit indicated to claim 2 while having detected the inclination angle of a transit way.

[Claim 5] It is migration equipment which it had in the auxiliary power unit characterized by to be performed control of an auxiliary power unit by the control means so that an auxiliary-power value may decrease along with the increment in the rate of migration equipment when an auxiliary-power value increases along with the increment in the rate of migration equipment until the rate of migration equipment reached the threshold decided beforehand in migration equipment equipped with the auxiliary power unit which indicated to claim 1, and the rate of migration equipment exceeds the threshold concerned.

[Claim 6] It is migration equipment which it had in the auxiliary power unit characterized by to be performed control of an auxiliary power unit by the control means so that an auxiliary-power value may decrease along with the increment in the rate of migration equipment when an auxiliary-power value increases along with the increment in the rate of migration equipment until the rate of migration equipment reached the threshold decided beforehand in migration equipment equipped with the auxiliary power unit which indicated to claim 3, and the rate of migration equipment exceeds the threshold concerned.

[Claim 7] Until the rate of migration equipment reaches the threshold decided beforehand in the control approach of migration equipment equipped with the auxiliary power unit indicated to claim 2 The control approach of migration equipment equipped with the auxiliary power unit characterized by controlling so that an auxiliary power value decreases along with the increment in the rate of migration equipment when an auxiliary power value increases along with the increment in the rate of migration equipment and the rate of migration equipment exceeds the threshold concerned.

[Claim 8] Until the rate of migration equipment reaches the threshold decided beforehand in the control approach of migration equipment equipped with the auxiliary power unit indicated to claim 4 The control approach of migration equipment equipped with the auxiliary power unit characterized by controlling so that an auxiliary power value decreases along with the increment in the rate of migration equipment when an auxiliary power value increases along with the increment in the rate of migration equipment and the rate of migration equipment exceeds the threshold concerned.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the technique which starts calculation and control of a ***** value in migration equipment equipped with the auxiliary power unit.

[0002]

[Description of the Prior Art] As migration equipment which has an auxiliary power unit for assisting the main driving force, the assistant bicycle (or electric bicycle) equipped with the motor as an auxiliary power unit is known, for example. That is, the main driving force in this case is an operator's strength of its legs (treading strength), this is detected and the auxiliary power according to that size is generated by the motor, and it is constituted so that the burden of human power may be mitigated by compensating the insufficiency of an operator's strength of its legs.

[0003] For example, direct detection of an operator's treading strength is carried out, the method of generating the auxiliary torque of the force and equivalent amount is learned, and the mechanical torque sensor attached to the crankshaft, the chain wheel, or the main shaft is used as a detection means of treading strength.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, if it is in the above-mentioned equipment, there is a problem shown below about the size of a torque sensor, weight, etc.

[0005] (1) Since the torque sensor containing a mechanical element is generally large-sized, inclusion to equipment is not easy for it, and the structure is complicated.

[0006] (2) Since the weight of a torque sensor increases, consume a part of an operator's treading strength and motor power by this, and it becomes the cause which causes decline in transit effectiveness.

[0007] Then, this invention makes it a technical problem to control auxiliary power efficiently, without using a mechanical torque sensor, and to attain lightweight-ization of migration equipment.

[0008]

[Means for Solving the Problem] This invention has the control means which computes an auxiliary-power value based on the detection information by the speed-detection means for detecting the rate of migration equipment, the acceleration detection means for detecting the acceleration of migration equipment, the dip detection means for detecting the dip condition of migration equipment or a transit way, and these detection means, and controls an auxiliary power unit, in order to solve the above-mentioned technical problem. And this control means calculates an auxiliary-power value by applying the multiplier value of under "1" to the sum of both power, after computing power required for acceleration of migration equipment based on the detection information from the above-mentioned speed-detection means and an acceleration detection means while computing power required to maintain the current rate of migration equipment based on the detection information from the above-mentioned speed detection means and a dip detection means. The graph line which took the rate for this auxiliary power value along the axis of abscissa for the axis of ordinate, and showed the change to the rate of an auxiliary power value, The output (power) of an auxiliary power unit is taken along an axis of ordinate. When the graph track group by which takes the working speed of an auxiliary power unit along an axis of abscissa, and the property of an auxiliary power unit according to change of a control parameter is shown on it is piled up A control signal is sent out to an auxiliary power unit from a control means so that the power of the auxiliary power unit corresponding to the operating point concerned in a control means may be obtained in quest of the operating point specified as an intersection of a ** graph line.

[0009] According to this invention, instead of a mechanical torque sensor Therefore, the rate of migration equipment, The graph line which established the detection means of acceleration and dip information, computed the power value (the amount of auxiliary power) required for assistance of the main driving force from detection information, and expressed this power value on the graphical representation as a function of a rate, The operating point (control point which specifies the operating state of an auxiliary power unit) is computable by asking for an intersection with the graph track group which expressed the output of an auxiliary power unit on the graphical representation as a function of the working speed.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the explanatory view of the basic configuration concerning this invention, and migration equipment 1 has the auxiliary power unit 2 for assisting a part of main driving force required for migration. For example, a motor is an auxiliary power unit to the physical strength which a motor is an auxiliary power unit to strength of its legs which is main driving force in the case of an assistant (electric) bicycle, and is main driving force in the case of a wheelchair with the motor for assistance, a truck, etc.

[0011] Migration equipment 1 is equipped with the speed detection means 3 for detecting the rate, the acceleration detection means 4 for detecting the acceleration of migration equipment 1, and the dip detection means 5 for detecting the dip condition of migration equipment 1 or a transit way. The sensor suitable for lightweight-ization can be used for these detection means, and detection information is sent out to the latter control means 6. In addition, although there is also a method of preparing both as an independent means about the speed detection means 3 and the acceleration detection means 4, as a dashed line shows to drawing, it is advantageous [the direction which adopts the approach of computing acceleration and sending this out to a control means 6] in respect of simplification of a configuration, cost reduction, etc. by calculating the time-amount differential of the rate information sent out to the acceleration detection means 4 from the speed detection means 3. Moreover, about dip detection, there are an approach of detecting the dip of a transit way by detecting the inclination of the position of migration equipment 1, and the approach of carrying out direct detection of the dip of the transit way itself.

[0012] A control means 6 computes an auxiliary power value (this is hereafter described as "PL".) based on the detection information by the speed detection means 3, the acceleration detection means 4, and the dip detection means 5, controls an auxiliary power unit 2, and assists the main driving force 7 by this. Namely, while migration equipment 1 computes power (this is hereafter described as "Pv".) required to maintain a current rate based on the detection information from the speed detection means 3 and the dip detection means 5 It is based on detection information from the speed detection means 3 and the acceleration detection means 4, and is power (this is hereafter described as "Pa".) required for acceleration of migration equipment 1. The multiplier value of under the sum "it is "1 to Pv+Pa"" of both power after computing (this is hereafter described as "beta" (0< beta<1).) An auxiliary power value is calculated by hanging (PL=beta- (Pv+Pa)).

[0013] For example, if the model supposing the case where the migration equipment 1 of mass "M" is running the slant face S of an inclination angle "theta" explains as shown in drawing 2 , the component of a force "M-g-sintheta" of gravity "M-g" (g is gravitational acceleration) and the frictional force which multiplied the reaction "n" of the reverse sense by coefficient of friction "mu" equally to component of a force "M-g-costheta" will act on migration equipment 1. That is, the magnitude (F) of the equilibrium force required to maintain the present rate as an arrow head A shows to this drawing, in case migration equipment 1 reaches and the hill is gone up is "M-g- (sintheta+mu-costheta)", and if the rate of migration equipment 1 is set to "v", the power Pv in this case will become like a bottom type.

[0014]

[Equation 1]

$$P_v(v) = F \cdot v = M \cdot g \cdot (\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta) \cdot v$$

[0015] Thus, a control means 6 computes the power which migration equipment needs for maintaining a current rate by applying the rate of migration equipment 1 to the sum of the running resistance and frictional resistance according to the inclination angle of the transit way detected by the dip detection means 5.

[0016] Moreover, if acceleration is set to "alpha", the power Pa required for the acceleration will become like a bottom type.

[0017]

[Equation 2]

$$P_a(v) = M \cdot a \cdot v$$

[0018] Therefore, the auxiliary power value PL is calculated like a bottom type.

[0019]

[Equation 3]

$$P_L = \beta \cdot (P_v + P_a)$$

$$= \beta \cdot M \cdot [g \cdot (\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta) + a] \cdot v$$

[0020] In addition, in a top type, it is $\beta = 0.5$ by the assistant bicycle.

[0021] Moreover, according to the [-one number] thru/or the [-three number] type, the auxiliary power value PL is an amount proportional to a rate v, and it increases according to buildup of a rate v, but not only control such but the control which decreases the auxiliary power value PL gradually from the event of exceeding a value with a rate v is possible. That is, until the rate of migration equipment 1 reaches the threshold decided beforehand in this case When an auxiliary power value increases along with the increment in the rate of migration equipment and the rate of migration equipment exceeds the threshold concerned Since actuation control of an auxiliary power unit 2 is performed by the control means 6 so that an auxiliary power value may decrease along with the increment in the rate of migration equipment, it is restricted so that passing speed may be reaching the ceiling eventually (that is, power assistance beyond the need is not performed.).

[0022] The graph line G1 which the graph line G0 which drawing 3 (A) takes a rate v along an axis of abscissa, takes the auxiliary power value PL along an axis of ordinate, shows an example of control, and is shown as a continuous line shows the control line in the inclination angle $\theta = 0$ (flat ground), and is shown with a dashed line shows the control line in inclination angle $\theta = \theta_1 (> 0)$, respectively.

[0023] Each of these control lines is expressed like a bottom type, when carrying out the shape of a triangle, setting magnitude of a rate in case PL shows the peak value to "va" and setting to "vb" magnitude of the rate set to $PL=0$ in $v > v_a$.

[0024]

[Equation 4]

$$P_L(v) \begin{cases} = \beta \cdot (P_v + P_a) & (0 \leq v < v_a \text{ の場合}) \\ = PK \cdot \frac{v_b - v}{v_b - v_a} & (v_a \leq v \leq v_b \text{ の場合}) \\ = 0 & (v > v_b \text{ の場合}) \end{cases}$$

$$\text{但し、} PK = \beta \cdot [P_v(v_a) + P_a(v_a)]$$

[0025] In addition, "PK" in a top type shows the peak value (that is, value in $v=v_a$) of PL.

[0026] If it is necessary to carry out in consideration of the property about control of an auxiliary power unit 2 for example, and a DC motor is taken up as an auxiliary power unit 2 When setting the output (power) to "Pm", setting rotational speed to "N" (accuracy angular velocity) and setting torque to "T", It becomes "Pm=N-T". The T-N property of a motor A primary function expression " $T=T_s - [E/E_0 - N/N_0]$ " Supposing it is expressed with however, (T_s :starting torque, an E:motorised electrical potential difference, E_0 :reference voltage (measurement electrical potential difference of the static characteristic), and the rotational frequency at the time of N_0 :no-load), it will become like a bottom type.

[0027]

[Equation 5]

$$P_m = N \cdot T$$

$$= \frac{T_s}{N_0} \cdot (N_0 \cdot \frac{E}{E_0} - N) \cdot N$$

[0028] Above Pm is the secondary type of N, as shown in drawing 3 (B), takes N along an axis of abscissa, and serves as parabolic [convex] like the graph curve Hi (2 i= 1, 3) by which Pm is taken and shown on an

axis of ordinate. That is, the peak value of P_m becomes large and the N -axis in an intersection (that is, $N=N_0.E / E_0$) with N shaft becomes large, so that the E value which is a control parameter is large. In addition, E value about the graph curve H_i is set to " E_i " ($2 \leq i = 1, 3$) in drawing, and it considers as the relation of " $E_1 < E_2 < E_3$." In addition, the graph curve corresponding to this exists innumerable so that clearly from E value being continuous volume, and the property of a motor is expressed by these curvilinear groups.

[0029] Since both passing speed v and the rotational speed N are amounts which show speed and proportionality is among both about drawing 3 (A) and drawing 3 (B) when those axes of abscissa are compared, both can be doubled with the same unit by suitable scaling ratios (a periphery, a reduction gear ratio, etc. of a wheel.). And since both PL and P_m of an axis of ordinate have the dimension of power, both graphs can be piled up by taking the shaft of drawing 3 (A) and drawing 3 (B) in every direction in the same unit, and it can ask for the operating point of control by this.

[0030] Namely, the graph line which took the rate for the auxiliary power value PL along the axis of abscissa for the axis of ordinate, and showed the change to the rate v of the auxiliary power value PL (PL - v property), Take the output (power) P_m of an auxiliary power unit 2 along an axis of ordinate, and a control means 6 asks for the operating point specified as an intersection of the graph line when laying the graph track group (P_m - N property) which takes the working speed N of an auxiliary power unit 2, and shows the property of an auxiliary power unit 2 according to control-parameter E on top of an axis of abscissa. Control-parameter E is determined that the power of the auxiliary power unit 2 corresponding to the operating point concerned is obtained, and a control signal is sent out to an auxiliary power unit 2 from a control means 6. In addition, of course, forward functionality (that is, the increment direction of the working speed of an auxiliary power unit and the increment direction of the rate of migration equipment be in agreement) is accepted between the working speed of an auxiliary power unit, and the rate of migration equipment in this case.

[0031] Drawing 3 (C) is piled up after arranging the graph lines G_0 and G_1 of drawing 3 (A), and the graph line H_i ($2 \leq i = 1, 3$) of drawing 3 (B) with the unit same about an axis of abscissa and an axis of ordinate. An example of the operating point when an example of the operating point when Point P_i ($i=1-4$) is decided as an intersection of the graph line G_1 and the graph line H_i ($2 \leq i = 1, 3$) is shown at, and Point Q_i ($i=1-3$) is decided as an intersection of the graph line G_0 and the graph line H_i ($2 \leq i = 1, 3$) is shown.

[0032] For example, the rate in the operating point P_3 is $v=v_a$, and it turns out that what is necessary is just to carry out a motorised electrical potential difference for acquiring the auxiliary power value PL (v_a) on the ascent hill of the inclination angle θ_1 at $E=E_3$.

[0033] In addition, although solution Lycium chinense can do the decision problem of an intersection easily when a comparatively easy formula expression as shown in the above [a-four number] and a [-five number] type is possible in the calculation approach of such the operating point What is necessary is to prepare beforehand each weighted solidity when changing a control parameter as a data table, and just to use the approach of determining an intersection using refer to the table or interpolation processing, in being a curve with the complicated property of an auxiliary power unit 2.

[0034] If the control approach explained above is packed simply, it will become as shown in the following procedure (1) thru/or (3).

[0035] (1) Actuation control of the auxiliary power unit 2 according to calculation and this of the calculation (3) operating point of the detection (2) auxiliary-power value of the run state of migration equipment 1, or the dip condition of a travelling figure or a transit way.

[0036] That is, in (1), the dip condition θ of the rate v of migration equipment 1, acceleration a , migration equipment, or a transit way is detected.

[0037] And in (2), while computing the power P_v required to maintain the current rate of migration equipment 1 based on a rate v and the dip information θ , after computing the power P_a required for acceleration of migration equipment based on a rate v and acceleration a , the auxiliary power value PL is calculated by applying the multiplier value β of under "1" to the sum of both power.

[0038] For example, while detecting the inclination angle of a transit way, the power P_v required for maintenance of the current rate of migration equipment is computed by what the rate of migration equipment 1 is applied to the sum of the running resistance and frictional resistance according to the inclination angle concerned for (refer to [-one number] type.).

[0039] Moreover, when an auxiliary power value increases along with the increment in the rate of migration equipment about the auxiliary power value PL until the rate v of migration equipment 1 reached the threshold

decided beforehand, and the rate v of migration equipment exceeds the threshold concerned, it controls so that an auxiliary power value decreases along with the increment in the rate of migration equipment 1 (refer to [-four number] type.).

[0040] Then, it asks for the operating point prescribed to be also at the same system of units about the graph line which shows a PL(auxiliary power value)- v (rate) property, and the graph track group when changing a control parameter (E) about a P_m (output of auxiliary power unit)- N (working speed of auxiliary power unit) property as an intersection of superposition and a graph line in (3). And actuation control of an auxiliary power unit is performed so that the power of the auxiliary power unit 2 corresponding to the operating point concerned may be obtained.

[0041] In addition, although the control parameter (E) was made into the driver voltage of a motor in the above-mentioned explanation, the approach of controlling the torque T of not only this but a motor (or force) may be used. In this case, the equilibrium force " $F=M \cdot g \cdot (\sin\theta + \mu \cdot \cos\theta)$ " over the relational expression, running resistance, etc. that a motor current " i " is proportional to Torque T is a basic type, and forms a current feedback loop in a motor control circuit. Like the graph line I0 when taking a rate v along an axis of abscissa, and taking Torque T along an axis of ordinate, as shown in drawing 4 , or I1, T is fixed in the range of " $0 \leq v < v_a$ ", and motor control is performed by this so that T may decrease linearly in the range of " $v_a \leq v < v_b$ ", and it may be set to $T=0$ by $v=v_b$ and may be set to $T=0$ in " $v > v_b$." In addition, control in case control in case the graph line I0 is the inclination angle $\theta=0$, and the graph line I1 are inclination angle $\theta=\theta_1 (>0)$ is shown, respectively.

[0042]

[Example] Drawing 5 thru/or drawing 10 show an example of the operation which applied this invention to the assistant bicycle.

[0043] In addition, until the vehicle speed reaches speed per hour 15 km/h according to the regulation system of Japan about an assistant (electric) bicycle After it performs assistant control with the power of 1 to 1 to an operator's treading strength and the vehicle speed exceeds speed per hour 15 km/h, the rate is reduced gradually. It is necessary to make auxiliary power into zero in speed per hour 24 or more km/h (that is, it is referred to as $v_a=15$ (km/h) and $v_b=24$ (km/h) in drawing 3 or a [-four number] type.).

[0044] In the assistant bicycle 8 shown in drawing 5 , the motor 10 (it is equivalent to the above-mentioned auxiliary power unit 2.) is directly linked to the axle of the rear wheel 9', and this motor 10 is controlled by the control unit 11. In addition, the control unit 11 is being fixed to the plate 13 attached in the frame 12, and the cells (lithium ion battery etc.) 14 and 14 and ... which are the power source of a motor 10 are being similarly fixed to the plate 13.

[0045] In order to acquire the basic intelligence of power control, the sensor 15 for inclination detection of a road surface, the sensor 16 for crank revolution detection, the sensor 17 for actuation detection of a front-wheel brake or a rear wheel brake, and 17' (only the one side 17' is shown in drawing 5 .) are prepared in the assistant bicycle 8.

[0046] The configuration which detects the tilting angle of a pendulum by the hall device which counters the magnet which the sensor 15 (it is equivalent to the above-mentioned dip detection means 5.) for inclination detection is formed in order to detect the inclination of a road surface from the dip condition of a car body, for example, was attached in the pendulum, and this magnet, and is arranged is mentioned.

[0047] Moreover, the sensor 16 for crank revolution detection is formed in order to acquire the revolution information on the cranks 19 and 19 rotated by treading in of pedals 18 and 18 (an angle of rotation, rotational speed, etc.). the revolution of the member which it is attached near the crank 19 and rotated synchronizing with a crank or its revolution -- a noncontact type sensor (for example, the rotary encoder of optical and a magnetic formula etc. --) He is trying not to apply the burden of strength of his legs to an operator by detecting.

[0048] It is prepared in order that the sensor 17 for actuation detection of a brake and 17' may detect the existence of actuation of the brake lever by the operator, and a sensor 17 is used for detection of whether to have applied brakes to the front wheel 9, and is used for detection of whether sensor 17' applied brakes to rear wheel 9'.

[0049] As a detection means of a travel speed, revolution detecting-element 10a for detecting the revolution condition (rotational speed being included.) of a motor 10 is prepared in the motor 10.

[0050] Drawing 6 is the block diagram showing an example of circuitry, and the above-mentioned sensor 15

for inclination detection, the sensor 16 for crank revolution detection, the sensor 17 for actuation detection of a brake, and the detecting signal obtained by 17' are sent out to the computer 20 which contains CPU (central processing unit).

[0051] A computer 20 calculates the amount of auxiliary power (the so-called amount of assistance) based on the detecting signal by revolution detecting-element 10a of the sensor 15 for inclination detection, or a motor 10, generates the control signal according to the control characteristic of a motor 10, and sends this out to the motor drive circuit 22 through the PWM (pulse width modulation) signal generation logical circuit 21.

[0052] In addition, the above-mentioned computer 20, and the PWM signal generation logical circuit 21 and motor drive circuit 22 grade are held in the control unit 11.

[0053] The sensor 23 for the Rota location detection and the sensor 24 for rotational-speed detection are contained in revolution detecting-element 10a prepared in the motor 10, and the detecting signal by these sensors is sent out to a computer 20 as information concerning revolution condition detection of a motor 10. That is, the sensor 24 for rotational-speed detection is equivalent to the above-mentioned speed detection means 3, and an acceleration detection means 4 to ask for acceleration by time amount differential of the detection information by the sensor 24 concerned is realized by the software processing in a computer 20. In addition, about sensors 23 and 24, these can also be prepared separately, and only the detecting signal of the sensor 23 for the Rota location detection can be obtained, and a rate detecting signal can also be obtained by the time amount differential (for example, the pass time between two positional information by the sensor 23 is measured.).

[0054] Next, the formula of the amount of auxiliary power required for the computation in a computer 20 is explained.

[0055] When the total power about the assistant bicycle 8 is set to "P" (unit: W), this is equal to the sum of power "Pv" required for the rate maintenance in this time, and power "Pa" required for acceleration ($P=P_v+P_a$).

[0056] About Pv, it is calculated like a bottom type using mass "M" (for $=M_f+M_h$, however "Mf", the mass of a car body and "Mh" are an operator's mass), a rolling-friction multiplier "mu", the effectiveness "eta" of a motorised system, and a rate "v."

[0057]

[Equation 6]

$$P_v = \frac{M \cdot g \cdot (\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta) \cdot v}{\eta}$$

[0058] In addition, about effectiveness "eta", it is 1 in a direct drive.

[0059] Next, when setting to "t" time amount which "v0" and acceleration take initial velocity about Pa, it becomes like a bottom type.

[0060]

[Equation 7]

$$P_a = \frac{M \cdot (v^2 - (v_0)^2)}{2 \cdot t}$$

[0061] In addition, a top type is drawn from the relation between kinetic energy, and power and a duration.

[0062] About the property of a motor 10, as explained in the [-five number] type, be [a T(torque)-N (rotational frequency) property / linear], i.e., when T shall decrease functionally the 1st order along with the increment in N, it is expressed like a bottom type.

[0063]

[Equation 8]

$$N = -\frac{N_0}{T_s} \cdot T + N_0 \cdot \frac{E_0}{E}$$

$$T = \left[-N + N_0 \cdot \frac{E}{E_0} \right] \cdot \frac{T_s}{N_0}$$

$$E = \left[N + \frac{N_0}{T_s} \cdot T \right] \cdot \frac{E_0}{N_0}$$

[0064] In addition, it is as having mentioned already about "N0" and "Ts", and the 2nd and 3 formula of a top type is exactly what carried out formula deformation about the 1st T formula and E, respectively.

[0065] When setting to "Pm" power assisted with the radius of a wheel by "r" and the motor 10, this becomes like a bottom type.

[0066]

[Equation 9]

$$P_m = \frac{\frac{g}{100} \cdot T}{r} \cdot v$$

[0067] In addition, the multipliers "g/100" of the right-hand side in a top type are the unit of torque, and a conversion rate between "Kgf-cm" and "N-m (newton meter)."

[0068] Therefore, in consideration of the above-mentioned regulation system, the auxiliary power value PL is specified for speed range like a bottom type by dividing into three like a bottom type about auxiliary power.

[0069]

[Equation 10]

$$P_m(v) \begin{cases} = \frac{1}{2} \cdot P & (0 \leq v < v_a \text{ の場合}) \\ = \frac{1}{2} \cdot P(v_a) \cdot \frac{v_b - v}{v_b - v_a} & (v_a \leq v \leq v_b \text{ の場合}) \\ = 0 & (v > v_b \text{ の場合}) \end{cases}$$

$$v_a = 15 \text{ (km/h)}$$

$$v_b = 24 \text{ (km/h)}$$

$$\beta = 1/2$$

[0070] In addition, "-(1/2) P (va)" in a top type is the peak value of Pm in v=va.

[0071] If it asks for "E" from the 1st formula and [a-six number] of a top type thru/or a [-nine number] type, it will become like a bottom type.

[0072]

[Equation 11]

$$E = \frac{\frac{1}{2} \cdot 100 \cdot P_v \cdot r \cdot E_0}{g \cdot T_s \cdot v} + N \cdot \frac{E_0}{N_0} + \frac{\frac{1}{2} \cdot 100 \cdot P_a \cdot r \cdot E_0}{g \cdot T_s \cdot v}$$

$$= A + B + C$$

[0073] That is, "E" consists of an include-angle term "A" including the inclination angle theta, a rate term "B" proportional to a rate v, and an acceleration term "C."

[0074] If the include-angle term "A" in the above-mentioned [a-11 number] formula comes to be shown in the 1st formula of a bottom type [a-12 number] and shows the include-angle term A in the three above-mentioned speed range to each **, it will become like a bottom type.

[0075]

[Equation 12]

$$A = \frac{100}{2} \cdot \frac{M \cdot r \cdot E0}{T_s} \cdot A_n(\theta)$$

$$\text{但し、} A_n(\theta) = (\sin \theta + \mu \cdot \cos \theta) / \eta$$

i) $0 \leq v < 15$ (km/h) の場合

$$A = \frac{100}{2} \cdot A_n(\theta) \cdot (M_f + M_h) \cdot \frac{r \cdot E0}{T_s}$$

ii) 15 (km/h) $\leq v < 24$ (km/h) の場合

$$A' = A \cdot \frac{24 - v}{24 - 15}$$

iii) $v \geq 24$ (km/h) の場合

$$A'' = 0$$

[0076] In addition, "A'" shows the include-angle term in speed range " $15 \leq v < 24$ " (unit: km/h), and "A''" shows the include-angle term in speed range " $v \geq 24$ " (unit: km/h). As shown in a [-12 number] type, when theta is set constant, it is supposed that an include-angle term is fixed in less than 15 km/h, it falls along with lifting of a rate in the 15km/h or more less than 24km [h] range, and a rate serves as zero in 24 or more km/h.

[0077] Moreover, the above-mentioned rate term B is proportional to a rate v, as shown in a bottom type.

[0078]

[Equation 13]

$$B = N \cdot \frac{E0}{N0}$$

$$= \frac{60}{2 \cdot \pi \cdot r} \cdot v \cdot \frac{E0}{N0}$$

[0079] If the acceleration term C in the above-mentioned [a-11 number] formula comes to be shown in the 1st formula of a bottom type [a-14 number] and shows the acceleration term in the three above-mentioned speed range to each **, it will become like a bottom type.

[0080]

[Equation 14]

$$C = \frac{100}{4} \cdot \frac{v^2 - (v_0)^2}{v \cdot t} \cdot \frac{M \cdot r \cdot E_0}{g \cdot T_s}$$

i) $0 \leq v < 15$ (km/h) の場合

$$C \cong \frac{100}{4} \cdot \frac{2 \cdot \Delta v}{t} \cdot \frac{M \cdot r \cdot E_0}{g \cdot T_s}$$

ii) 15 (km/h) $\leq v < 24$ (km/h) の場合

$$C' = C \cdot \frac{24 - v}{24 - 15}$$

iii) $v \geq 24$ (km/h) の場合

$$C' = 0$$

[0081] In addition, by the 2nd formula of a top type, it set with " $\Delta v = v - v_0$ " by the 1st formula, and the approximation which disregards the high order term " $[(\Delta v)^2] / v$ ", i.e., the secondary term, was used. Moreover, "C'" shows the acceleration term in speed range " $15 \leq v < 24$ " (unit: km/h), and "C'" shows the acceleration term in speed range " $v \geq 24$ " (unit: km/h).

[0082] Drawing 7 thru/or drawing 10 apply a concrete numeric value to the above-mentioned formula, and visualizes it as a graph.

[0083] Drawing 7 shows the case where the graph line which takes a rate v (unit: km/h) along an axis of abscissa, takes the above-mentioned power PL (unit: W) along an axis of ordinate, graph-izes the above [a-ten number], and shows the case where the graph line shown in this drawing as a continuous line is $\theta = 0$ (degree), and is shown with a dashed line is $\theta = 3.5$ (degree).

[0084] in addition -- accelerated motion, such as resulting [from 0 km/h] acceleration of the assistant bicycle 8 in 10.8 km/h in 5 seconds, -- regarding (finishing [a check of that it is practically sufficient acceleration by experiment]) -- it turns out that the power is equivalent to going up the slope which the inclination of 3.5 degrees attached from the above [a-six number], a [-seven number] type, etc.

[0085] Drawing 8 is the graphical representation which illustrated the output characteristics of a motor 10, takes a rotational frequency N (unit: x10rpm) along an axis of abscissa, and takes the above-mentioned power P_m (unit: W) along an axis of ordinate.

[0086] As for the graph line which the motorised electrical potential difference E shows the case of maximum (it is 100% by percentage display), and shows the graph line shown with a broken line all over drawing according to a two-dot chain line, the motorised electrical potential difference E shows 80% of case by percentage display.

[0087] The operating point is determined that drawing 9 combined the graph line of PL and P_m , and showed and mentioned it above about the axis of abscissa of drawing 7 and drawing 8 by what the unit (km/h) of a rate is doubled for (the conversion to the relation and speed (km/h) of " $v = 2$ and $\pi \cdot r \cdot N$ " (m/s) are performed using a wheel radius as " r (m)".) from the intersection of these graph lines.

[0088] Drawing 10 takes an electrical potential difference E (unit: V) along an axis of abscissa, takes the above-mentioned power P_m (unit: W) along an axis of ordinate, graph-izes the above-mentioned [a-nine number] formula (what substituted the 2nd formula of [a-eight number] for T .), and shows the graph line when changing a rotational frequency N (unit: rpm) as a parameter.

[0089] In addition, the case where the graph line which shows the case where the graph line which shows the case where the graph line shown with a broken line is $N = 150$ (rpm), and is shown as a continuous line is $N = 100$ (rpm), and is shown with a dashed line is $N = 80$ (rpm) is shown all over drawing, and about an electrical potential difference E , since these are linearity, they are easy to control.

[0090]

[Effect of the Invention] According to invention concerning claim 1 or claim 2, inclusion to the equipment of this detection means becomes easy by establishing the detection means of the rate of migration equipment, acceleration, and dip information instead of a mechanical torque sensor so that clearly from the place indicated above. Moreover, neither a part of an operator's treading strength nor power of an auxiliary power unit is superfluously consumed with the weight of these detection means, and improvement in transit effectiveness and lightweight-ization of equipment can be attained.

[0091] According to invention concerning claim 3 or claim 4, the inclination angle of a transit way can be detected and the power which migration equipment needs for maintaining the present rate can be easily computed by applying the rate of migration equipment to the sum of the running resistance and frictional resistance according to this.

[0092] When a threshold with the rate of migration equipment is exceeded according to invention concerning claim 5 thru/or 8, it can restrict by controlling so that an auxiliary power value decreases along with the increment in the rate of migration equipment so that the rate of migration equipment may not become quick beyond the need.

[Translation done.]

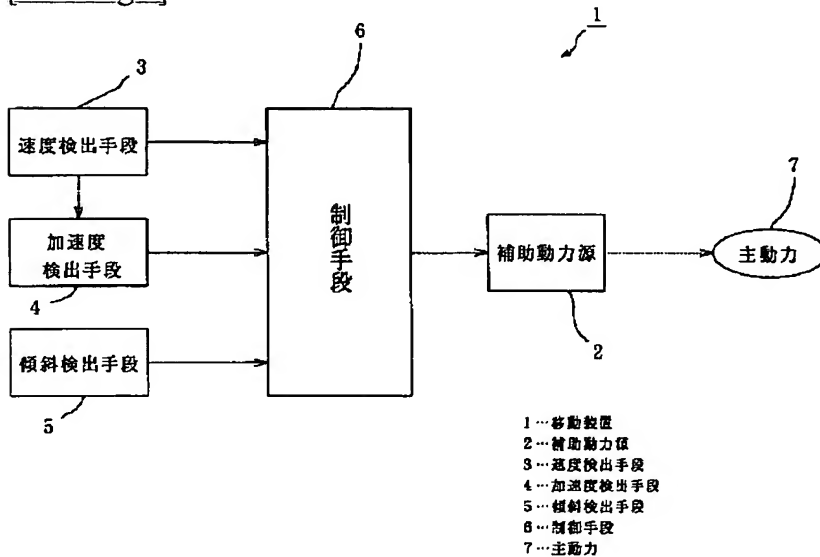
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

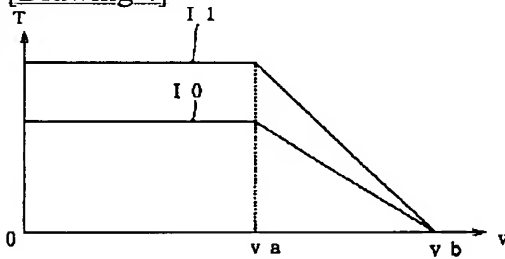
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

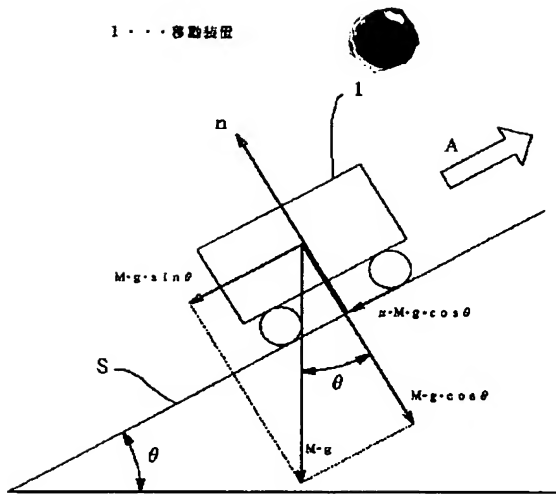
[Drawing 1]



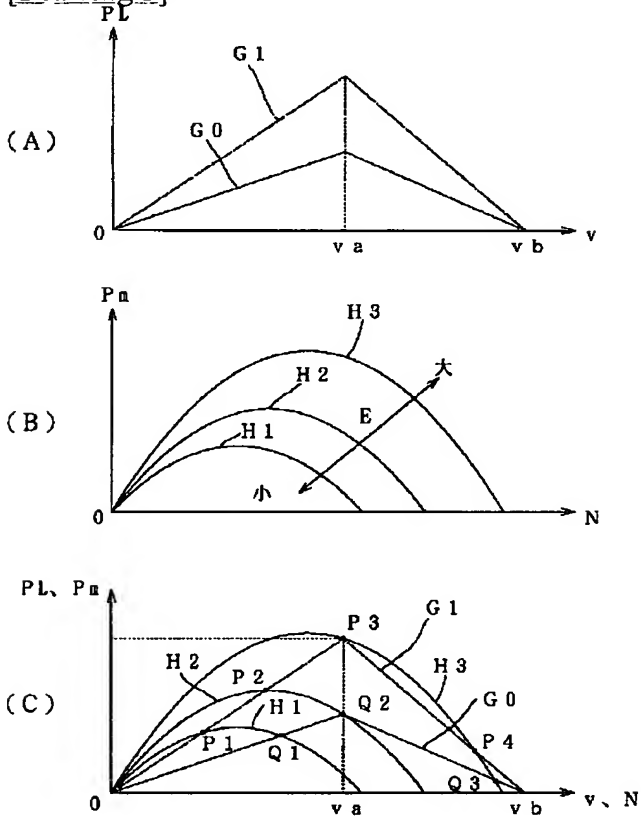
[Drawing 4]



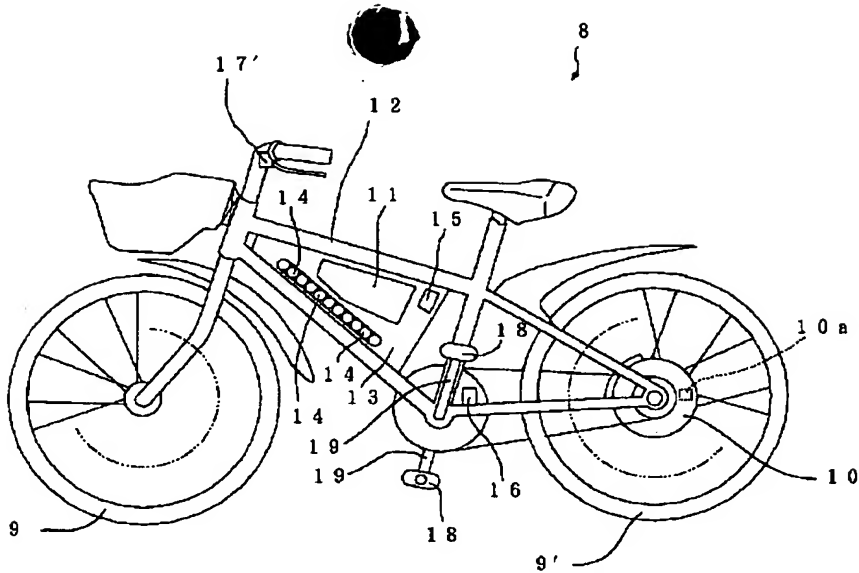
[Drawing 2]



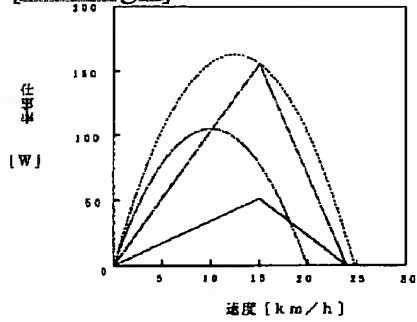
[Drawing 3]



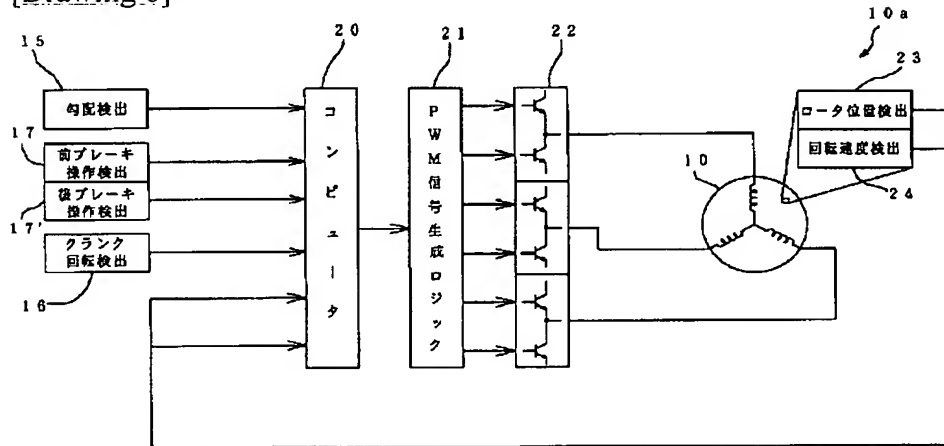
[Drawing 5]



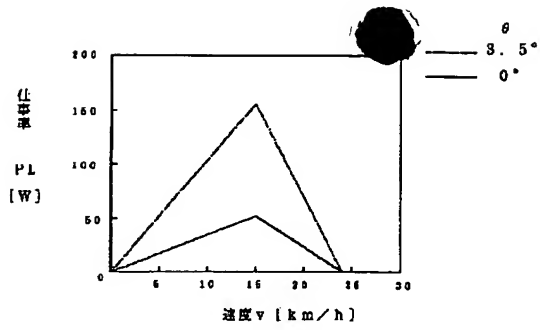
[Drawing 9]



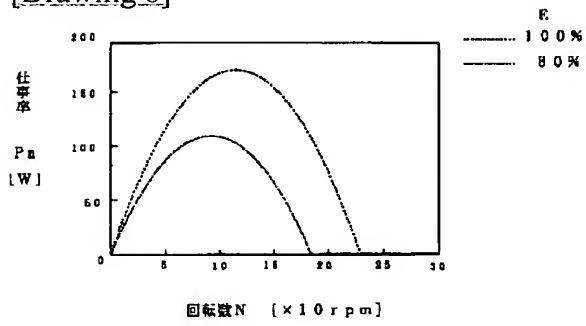
[Drawing 6]



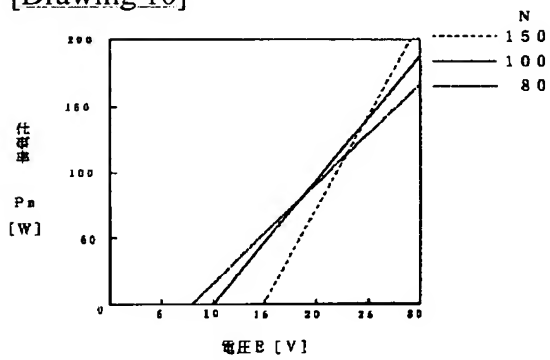
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 10]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.